

毕业学校编码: 10384
学 号: 200424017

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

65C02 MCU 在线仿真器的设计研究

Design of In-Circuit Emulator for the 65C02 MCU

朱 武 星

指导教师姓名: 郭 东 辉 教 授

专 业 名 称: 凝聚态物理

论文提交日期: 2008 年 1 月

论文答辩时间: 2008 年 1 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 1 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

2008 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

在线仿真器(In-circuit Emulator)是微处理器(MCU)开发系统中重要的硬件组成部分,是开发基于微处理器的软硬集成系统最有效的手段之一。研究和设计 65C02 MCU 在线仿真器具有重要的意义:在兼容 65C02 系列 MCU 芯片的自主开发设计的过程中,为芯片的应用开发提供一款有效的开发工具。

在线仿真器的性能主要取决于硬件部分的设计。本论文的目的在于设计 65C02 MCU 在线仿真器的硬件结构特别是其中的控制逻辑部分。本论文首先在在线仿真器的基本原理和 6502 MCU 在线仿真器的基础上,结合 65C02 微处理芯片的特点,给出了 65C02 MCU 在线仿真器的硬件结构设计方案,同时分析了断点功能、下载待调试程序、连续运行、单步运行、跟踪功能、查看修改零页以及特殊寄存器、暂停功能等仿真功能的实现方法;然后详细介绍了控制逻辑的 RTL 级代码设计,并对代码进行了功能仿真、逻辑综合以及 FPGA 开发板上的实际测试等验证,结果证明了本文的 65C02 MCU 在线仿真器的硬件结构设计方案的正确性和基于 FPGA 实现的可行性。

本论文的创新点主要体现在:1、自主设计了基于 RTL 级 Verilog HDL 代码的仿真器控制逻辑及其仿真测试代码;2、结合使用 Moore 类型、独热码和 three always 描述设计了控制状态机,实现了对在线仿真器全运行状态的管理;3、采用软件断点中指令模拟的方式实现断点功能,可对 ROM 和 EPROM 中的程序设置断点;4、以 Xilinx Virtex-II Pro 开发板及 EDK 工具和 ChipScope 软件为基础自主设计了一个新的测试平台,实现了对控制逻辑的板上在线测试。

关键词: 在线仿真器; 控制逻辑; FPGA

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

In-Circuit Emulator is one of the most important component parts of Microcomputer Development Systems. It is an effective tool to develop the microcontroller systems. Therefore the research and design of the 65C02 In-Circuit Emulator have a very important significance that it can supply a developed tool in the design of the 65C02 microcontroller with independent intellectual property right.

The capability of the In-Circuit Emulator is mostly determined by its hardware. So the purpose of this paper is to design the hardware of the 65C02 In-Circuit Emulator, especially the control logic. Based on the basic operation principle of In-Circuit Emulator and the 6502MCU In-Circuit Emulator, this paper proposes the whole hardware structure of the 65C02 In-Circuit Emulator with the characteristic of 65C02. At the same time, this paper analyses the design of emulational functions, such as breakpoint, download, run, single-step, trace, registers and halt, and so on. Then we give a detailed introduction of the code design of the control logic applying RTL methodology and prove the validity and feasibility of the whole hardware structure of the 65C02 In-Circuit Emulator based on FPGA by function simulation, synthesis and test on Virtex- II Pro Development Platform.

The innovations in this paper are as follows: 1. Designed the Verilog HDL source code and test Bench source code of the control logic applying RTL methodology with independent intellectual property right; 2. Designed the FSM adopting Moore type, one-hot coding and three always description, implemented the administration of all course of the ICE; 3. Implemented the breakpoint function adopting simulating injunction of software breakpoint, can set breakpoint to the program in ROM and EPROM; 4. Designed a new type of test by the Xilinx Virtex- II Pro Development Platform, ChipScope, and EDK, and implemented the board test of the control logic.

Key words: In-Circuit Emulator; control logic; FPGA

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 在线仿真器的发展概况	1
1.3 关键技术问题	3
1.4 本论文的研究内容	6
第二章 在线仿真器的基本原理	7
2.1 基本原理	7
2.2 仿真技术	8
2.3 基本结构	11
2.4 基本功能	13
2.5 本章小结	14
第三章 65C02 微处理器芯片	15
3.1 内部结构	15
3.2 时序	17
3.3 指令系统	18
3.4 本章小结	19
第四章 65C02 MCU 在线仿真器的整体设计	20
4.1 硬件结构的整体设计	20
4.2 功能实现	24
4.3 工作原理	28
4.4 本章小结	29
第五章 控制逻辑的 RTL 级设计	30
5.1 RTL 级设计	30
5.2 代码设计	31
5.2.2 控制状态机	31
5.2.3 断点实现	35
5.2.3 8051 控制接口模块	38
5.2.4 跟踪 RAM 读写控制模块	39
5.3 功能仿真	39
5.3.1 8051 读写程序 RAM 和跟踪 RAM	40
5.3.2 连续运行	41
5.3.3 插入断点	42
5.3.4 恢复断点	43
5.3.5 单步运行	43
5.4 本章小结	44
第六章 控制逻辑的 FPGA 兑现	45

6.1 逻辑综合	45
6.2 实际测试	47
6.2.1 测试原理.....	47
6.2.2 测试步骤.....	50
6.2.3 测试结果.....	54
6.3 本章小结	58
第七章 总结与展望	59
参考文献	60
附录.....	错误！未定义书签。
致 谢	75

Content

Chapter1 Exordium	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Development Overview of ICE	1
1.3 The key technical issues.....	3
1.4 The scope of this paper	6
Chapter 2 The basic principle of ICE	7
2.1 Basic principle	7
2.2 Emulator technical.....	8
2.3 Basic structure.....	11
2.4 Basic functions.....	13
2.5 Section conclusion	14
Chapter 3 65C02 MCU	15
3.1 Internal structure.....	15
3.2 Time	17
3.3 Injunction system	18
3.4 Section conclusion	19
Chapter 4 The whole structure of the 65C02 MCU ICE	20
4.1 The whole hardware structure.....	20
4.2 Implement functions	24
4.3 Work flow.....	28
4.4 Section conclusion	29
Chapter 5 The design of the control logic.....	30
5.1 RTL methodology.....	30
5.2 Code design.....	31
5.2.2 FSM.....	31
5.2.3 Breakpoint.....	35
5.2.3 8051 read-write	38
5.2.4 Trace RAM read-write	39
5.3 Function simulation	39
5.3.1 8051 read-write	40
5.3.2 Run.....	41
5.3.3 Insert breakpoint	42
5.3.4 Resume breakpoint.....	43
5.3.5 Step	43
5.4 Section conclusion	44
Chapter 6 The FPGA Implementation of the control logic.....	45

6.1 Synthesis.....	45
6.2 Test.....	47
6.2.1 Test principle	47
6.2.2 Test step	50
6.2.3 Test result.....	54
6.3 Section conclusion	58
Chapter 7 Summary and prospect	59
References.....	60
Addenda.....	错误！未定义书签。
Acknowledgement.....	75

第一章 绪论

1.1 引言

随着微电子技术的迅速发展, 技术工艺的不断提高, 单片机技术也有了长足的进步。单片机的微小体积和低成本使其广泛地嵌入到如工业控制、家用电器、仪器仪表、汽车电子系统、办公自动化设备、金融电子系统、个人信息终端及通信产品中, 成为现代电子系统中最重要的智能化工具[1-3]。

单片机没有自开发的能力, 必须借助单片机开发系统来编制、开发应用软件, 以及对硬件电路进行诊断和调试[4-5]。其中在线仿真器(In-circuit Emulator)是单片机开发系统最重要的硬件组成部分, 是开发基于单片机的软硬集成系统最有效的手段之一[6-8]。对于每一种类型单片机的开发, 都要有相应类型的在线仿真器。因此在兼容 65C02 系列 MCU 芯片的自主开发设计过程中, 研究和设计 65C02 MCU 在线仿真器具有十分重要的意义: 能够为芯片的应用提供有效的开发工具, 同时有助于深入了解芯片的结构特点, 对芯片的开发工作也具有一定的指导作用。

1.2 在线仿真器的发展概况

在线仿真器的最原始概念诞生于 INTEL 公司的 ICE-80[9], 这是一种专用于位片式处理机仿真的仿真器。INTEL 公司以 ICE-80 首次在 8 位微处理机领域里提出了在线仿真的概念, ICE-80 支持微处理器 8080 微型计算机应用系统的仿真调试。

目前国内外在线仿真器的产品品种繁多, 支持的 CPU 种类丰富。国外较好的仿真器厂商有 INTEL、NOHAU、MICROTEK 和 HP 等。国内的生产厂商主要有周立功单片机、伟福、启东和祥佑数码等。但是国内外生产厂商的产品间存在较大的差距。在仿真的芯片种类方面, 绝大多数的高端单片机芯片的在线仿真器由国外公司制造, 国内的产品仿真的芯片主要集中在 51 系列; 在技术性能方面, 由于国外公司能够较方便的获得单片机设计和制造厂商的技术支持, 并且有多年

的技术积累，因此在仿真器的性能和稳定性方面有很大优势[10-16]。

从在线仿真器的仿真技术来看，国内外市场上的在线仿真器产品采用的仿真技术主要可以分为 Bondout 仿真技术、HOOKS 仿真技术、嵌入式仿真技术和商用 CPU 仿真技术[17-21]：

（1）Bondout 仿真技术

Bondout 仿真技术一般应用于使用专用仿真芯片的在线仿真器，专用仿真芯片其实就是 Bondout 芯片，或称为超脚芯片，主要是因为这种芯片可能把通用芯片内部的总线或者控制信号引到外部供仿真使用，也有部分类型具有特殊的配合仿真的时序，如 winbond 生产的可以用作 Bondout 仿真的专用芯片 W78958、W78438、W77968 等。采用 Bondout 仿真技术的在线仿真器仿真频率高，可以达到专用芯片的最高标准，但是成本高，而且只能仿真该厂商指定的单片机。

（2）HOOKS 仿真技术

HOOKS 仿真技术是 PHILIPS 公司拥有的是一种采用 I/O 复用的仿真技术，主要解决不同品种单片机的仿真问题。使用 HOOKS 仿真技术制造的在线仿真器可仿真芯片种类较多，可以仿真所有具有 HOOKS 特性的单片机。采用 HOOKS 仿真技术的在线仿真器成本低，但最高仿真频率不如 Bondout 仿真技术高，同时 HOOKS 仿真技术对仿真器制造厂家的技术要求特别高。

（3）嵌入式仿真技术

嵌入式仿真技术是为了解决高速单片机芯片的仿真问题。因为随着芯片技术的发展，微处理器速度提高，内部结构越来越复杂，功能也越来越强大，外接在线仿真器替代目标处理器的方法来实现仿真已经变的越来越困难。很多单片机生产厂商在芯片内部嵌入了仿真功能，实现方法主要有两种：一种是使用边界扫描（Boundary Scan）技术，在线仿真器通过微处理器芯片内部的 JTAG（Joint Test Action Group）边界扫描口与 CPU 通信，对其进行仿真；另外一种是在处理器内部提供后台调试模式 BDM（Background Debug Mode），并增加一个可插入后台模式指令激活后台处理的串行口作为在线仿真接口，在定义的执行点上，由在线仿真器将后台调试指令覆盖在原代码上，控制目标处理器的运行与停止。为了降低成本和增加可靠性，内嵌的仿真功能比较简单。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库